

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 3132414 A1

⑯ Int. Cl. 3:
G 02 B 5/172
G 01 R 15/07 >

DE 3132414 A1

⑯ Aktenzeichen: P 31 32 414.2
⑯ Anmeldetag: 17. 8. 81
⑯ Offenlegungstag: 24. 2. 83

⑯ Anmelder:
Brinkmeyer, Ernst, Dr., 5600 Wuppertal, DE

⑯ Erfinder:
gleich Anmelder

⑯ Anordnung zur Abtrennung von rückgestreutem Licht in Systemen mit optischen Lichtwellenleitern

Anordnung mit einem verdrillten oder auf andere Weise vorwiegend zirkular doppelbrechend gemachten Lichtwellenleiter, die es ermöglicht, im Lichtwellenleiter rückgestreutes Licht vom in Vorwärtsrichtung laufenden, primären Licht zu trennen. Eine derartige Abtrennung ist wünschenswert zur Entkopplung zwischen Lichtquelle und Lichtwellenleiter, zur Überwindung der rückstrebuedingten Empfindlichkeitsgrenze von faseroptischen Sagnac-Interferometern und zur magnetooptischen Strommessung.
(31 32 414)

DE 3132414 A1

13.8.81

P2

Ansprüche:

1. Anordnung mit optischem Lichtwellenleiter (1), insbesondere optischer Monomodefaser, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermöglichung der Trennung zwischen der eingestrahlten, in Vorwärtsrichtung im Lichtwellenleiter laufenden Lichtwelle ("primäre Lichtwelle") und der von ihr durch Streuung oder interne Reflexion ^{x)} in Rückwärtsrichtung im Wellenleiter laufenden Lichtwelle ("sekundäre Lichtwelle") sowie zur gleichzeitigen Erzielung eines stabilen Polarisationszustandes der primären Welle ein um seine Längsachse verdrillter oder auf andere Weise vorwiegend zirkular doppelbrechend gemachter Lichtwellenleiter (1) benutzt wird und als primäre Lichtwelle zirkular polarisiertes Licht eingestrahlt wird.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Lichtwellenleiter (1) ein Viertelwellenlängenplättchen (2) und ein Polarisator oder ein polarisierendes Prisma (3) oder äquivalente, vorzugsweise als Wellenleiter ausgebildete Elemente angeordnet sind, dergestalt, daß das in den Lichtwellenleiter (1) eintretende Licht zirkular polarisiert ist und die aus dem Lichtwellenleiter zurückkommende, vorwiegend gegensinnig zirkular polarisierte sekundäre Welle im Element (3) entweder absorbiert oder in eine andere als die Einstrahlrichtung abgelenkt wird.
3. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß gleichzeitig in beide Enden des Lichtwellenleiters (1) gleichsinnig zirkular polarisiertes Licht eingestrahlt wird, so daß die beiden primären Wellen nach Durchlaufen des Lichtwellenleiters (1) ebenso gleichsinnig zirkular polarisiert austreten, während die von ihnen erzeugten sekundären Lichtwellen beide im entgegengesetzt zirkular polarisierten Zustand wie die primären Lichtwellen aus dem Lichtwellenleiter austreten und somit von den primären Lichtwellen getrennt werden können.

x)

erzeugten

4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß, falls zur Einkopplung in beide Enden des Lichtwellenleiters (1) nur gegensinnig zirkular polarisierte Lichtwellen zur Verfügung stehen, vor einem Ende des Lichtwellenleiters (1) ein Halbwellenlängenplättchen (4) oder ein äquivalentes Stück eines linear doppelbrechenden Lichtwellenleiters eingefügt wird, so daß die primären Lichtwellen im Lichtwellenleiter (1) gleichsinnig zirkular polarisiert sind.
5. Anordnung nach Anspruch 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Trennung der primären Lichtwellen nach Durchlaufen des Lichtwellenleiters (1) und der sekundären Lichtwellen ein Viertelwellenlängenplättchen (2) oder ein dazu äquivalenter linear doppelbrechender Lichtwellenleiter verwendet wird, so daß gegensinnig zirkular polarisierte Wellen in senkrecht zueinander linear polarisierte Wellen überführt werden und dann durch einen Polarisator oder ein polarisierendes Prisma (3) oder ein äquivalentes, insbesondere als Wellenleiter ausgebildetes Element voneinander getrennt werden können.
6. Anordnung nach Anspruch 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter (1) in vielen Windungen spulenartig aufgewickelt ist und die durch den Sagnac-Effekt hervorgerufene Phasenverschiebung der beiden den Lichtwellenleiter in entgegengesetzter Richtung durchlaufenden primären Lichtwellen zur Messung der Rotationsgeschwindigkeit der Lichtwellenleiterspule benutzt wird, während die sekundären Wellen abgetrennt und eliminiert werden.
7. Anordnung nach Anspruch 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Lichtwellenleiter (1) in einem externen, beispielsweise durch einen Strom erzeugten, Magnetfeld befindet und die durch den Faraday-Effekt hervorgerufene Phasenverschiebung der beiden den Lichtwellenleiter (1) in entgegengesetzter Richtung durchlaufenden primären Lichtwellen zur Messung des Linienintegrals $\int \mathbf{H} \cdot d\mathbf{s}$ des Magnetfeldes längs des Lichtwellenleiters (1) und damit beispielsweise für Strommessungen benutzt wird, während die sekundären Wellen abgetrennt und eliminiert werden.

3132414

P2

3

13.8.81

3. Anordnung nach Anspruch 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ein- und Auskopplung des Lichtes ein optisches Viertor (5) wie beispielweise ein metallischer oder dielektrischer Strahlteiler oder ein mit optischen Wellenleitern ausgeführtes Verzweigungsglied verwendet wird, dergestalt, daß das Licht einer Lichtquelle (6), das in ein Tor A eingestrahlt wird, auf zwei Tore B,C aufgeteilt wird und das aus beiden Enden des Lichtwellenleiters (1) austretende Licht in dem vierten Tor D analysiert werden kann.

Anordnung zur Abtrennung von rückgestreutem Licht in Systemen mit optischen Lichtwellenleitern.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zur Abtrennung von rückgestreutem Licht in Systemen mit optischen Lichtwellenleitern. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, bei gleichzeitiger Stabilisierung des Polarisationszustandes des eingestrahlten Lichtes im Lichtwellenleiter den wirksamen Pegel des im Wellenleiter geführten rückgestreuten Lichtes zu vermindern, insbesondere bei

- (i) Störung des Betriebsverhaltens einer Lichtquelle, insbesondere eines Lasers, durch optisches feed back aus dem Lichtwellenleiter in die Lichtquelle
- (ii) rückstreibedingter Begrenzung der Empfindlichkeit eines faseroptischen Sagnac- Interferometers(faseropt. Kreisel)
- (iii) rückstreibedingter Begrenzung der Möglichkeiten magneto-optischer Strommessungen mit optischen Fasern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Lichtwellenleiter durch Verdrillung um seine Längsachse oder auf andere Weise vorwiegend zirkular doppelbrechend gemacht wird, so daß eingestrahltes zirkular polarisiertes Licht annähernd zirkular polarisiert bleibt. Die Erfindung basiert auf der überraschenden Erkenntnis, daß durch Streuung in einem Längenelement des Lichtwellenleiters das Licht nicht depolarisiert wird, sondern der Polarisationszustand erhalten bleibt; wegen der Richtungsumkehr ruft rechtszirkular polarisiertes Licht der primären Lichtwelle linkszirkular polarisiertes Licht der rückgestreuten Welle hervor und umgekehrt. Wie in Fig.1 beispielhaft dargestellt, kann das rückgestreute Licht vom primären Licht durch ein Viertelwellenlängenplättchen (2) und einen Polarisator oder ein polarisierendes Prisma (3) getrennt werden. Zwischen den Elementen (2) und (3) sind hier das primäre und das rückgestreute Licht senkrecht zueinander linear polarisiert. Ist der Lichtwellenleiter (1) nicht ideal zirkular doppelbrechend und wird in ihm mit einer Anordnung wie in Fig.1 ein Eigenpolarisationszustand mit dem Elliptizitätswinkel ϵ_e eingestrahlt (Elliptizität $e = \tan \epsilon_e$), so wird nach eigenen Berechnungen von der gesamten rückgestreuten Leistung ein Anteil von $q = 1/(1+\tan^2 2\epsilon_e)$ nicht durch das Element (3) abgelenkt, sondern in Einstrahlrichtung durchgelassen. Ist

13.8.81

der Eigenpolarisationszustand zirkular, d.h. $\epsilon_e = \pm 45^\circ$, so ist $q = 0$.

Fig 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel zur Abtrennung des rückgestreuten Lichtes bei einem Sagnac-Interferometer oder bei magneto-optischer Strommessung: Aus einer Lichtquelle (6) fällt zirkular polarisiertes Licht auf das Tor A eines optischen Viertores (5) (gegebenenfalls unter Einschaltung eines Viertelwellenlängenplättchens, falls der Ausgangspolarisationszustand der Lichtquelle linear ist). Aus den Toren B und C wird gleichsinnig zirkular polarisiertes Licht in beide Enden des Lichtwellenleiters eingekoppelt. Falls gegensinnig zirkular polarisierte Wellen bei B und C austreten, wird hinter einem der Tore ein Halbwellenlängenplättchen (4) angeordnet. Nach Umlauf durch den Wellenleiter treten beide primären Wellen im Tor D gleichsinnig zirkular polarisiert auf, während die von ihnen erzeugten sekundären Wellen gegensinnig zirkular polarisiert zu den primären Wellen im Tor D auftreten. Durch ein Viertelwellenlängenplättchen (2) und einen Polarisator oder ein polarisierendes Prisma (3) können die beiden primären Wellen von den beiden sekundären Wellen getrennt werden. Durch eine Messung der Phasenverschiebung zwischen den primären Wellen, die bei Rotation der Anordnung durch den Sagnac-Effekt auftritt, kann die Rotationsgeschwindigkeit bestimmt werden, wobei die abgetrennten sekundären Streuwellen die Messung nicht mehr beeinflussen können. Das gleiche gilt in dem Falle, daß die Phasenverschiebung zwischen den beiden primären Wellen durch den Faraday-Effekt hervorgerufen wird, wenn sich der Lichtwellenleiter in einem externen Magnetfeld befindet. Die zu messende Phasenverschiebung ist dann ein Maß für das Linienintegral der magnetischen Feldstärke längs des Lichtwellenleiters. Falls das Magnetfeld durch einen Strom hervorgerufen wird, kann die Phasenverschiebung als Maß für die Stromstärke benutzt werden. Der Einfluß der sekundären Wellen ist dabei wieder eliminiert bzw. bei nicht ideal zirkular doppelbrechenden Lichtwellenleitern stark reduziert.

Unterschriften der Abbildungen

Fig.1 Erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer Anordnung zur Abtrennung rückgestreuten Lichtes

Fig.2 Erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer Anordnung zur Abtrennung rückgestreuten Lichtes bei Einstrahlung in beide Seiten des Lichtwellenleiters; Einsatzmöglichkeit als faseroptisches Sagnac-Interferometer und zur magnetooptischen Strommessung

Bezeichnung der Komponenten

- (1) vorwiegend zirkular doppelbrechender Lichtwellenleiter
- (2) Viertelwellenlängenplättchen oder äquivalentes, vorzugsweise als Wellenleiter ausgebildetes Element
- (3) Polarisator oder polarisierendes Prisma oder äquivalentes, vorzugsweise als Wellenleiter ausgebildetes Element
- (4) Halbwellenlängenplättchen oder äquivalentes, vorzugsweise als Wellenleiter ausgebildetes Element
- (5) optisches Viertor
- (6) Lichtquelle

G02R 15/0
Z.4

F2

- 7 -

Nummer:
Int. Cl.³:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

3132414
G02B 5/172
17. August 1981
24. Februar 1983

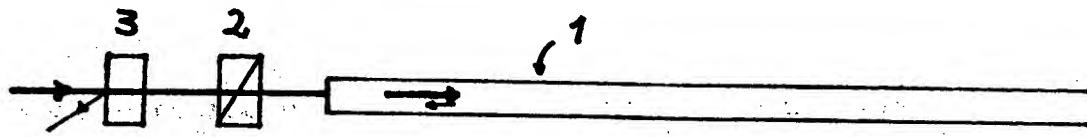


FIG.1

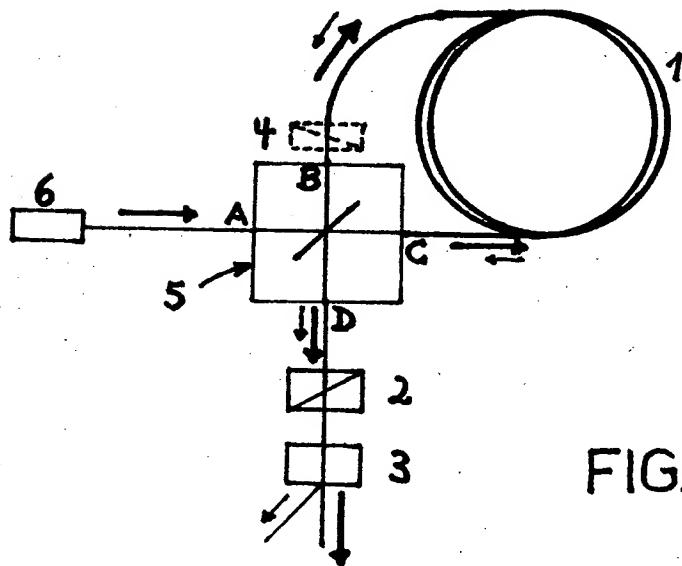


FIG.2